



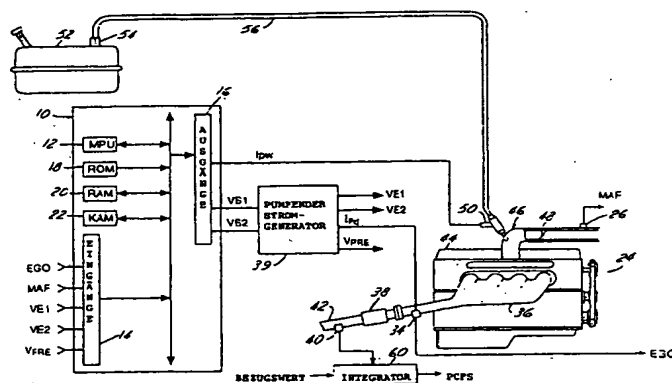
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität:  
132267 06. 10. 1993 US  
73 Patentinhaber:  
Ford-Werke AG, 50735 Köln, DE  
74 Vertreter:  
Bonsmann, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 41063  
Mönchengladbach

72 Erfinder:  
Logothetis, Eleftherios Miltiadis, Birmingham, Mich., US; Hamburg, Douglas Ray, Bloomfield, Mich., US; Cook, Jeffrey Arthur, Dearborn, Mich., US; Rimai, Lajos, Dearborn, Mich., US  
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 27 50 478 C2  
DE 26 49 272 C2  
DE 25 30 847 B2  
DE 35 00 594 A1  
US 43 00 507

54 Regelsystem für Motor-Luft/Kraftstoff-Betrieb entsprechend Wirkungsgradfenster eines katalytischen Konverters

57 System zum Aufrechterhalten des Motor-Luft/Kraftstoff-Betriebes im Wirkungsgradfenster eines in der Motorabgasleitung angeordneten katalytischen Konverters, bestehend aus:  
einem strömungsaufwärts des Konverters angeordneten Abgassauerstoffsensoren mit einer Ausgabe mit einer Stufenänderung zwischen einem ersten und einem zweiten Ausgangszustand bei einem ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnis,  
einem Kraftstoffregelmittel zum Einstellen des dem Motor-zugeführten Kraftstoffes nach Maßgabe der Stufenänderung zum Aufrechterhalten des Motor-Luft/Kraftstoff-Betriebes auf einem Durchschnittswert am ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnis,  
einem Fehlermittel zum Erzeugen eines Fehlersignals, das sich auf die Abweichungen zwischen dem ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnis und dem Konverterwirkungsgradfenster bezieht,  
einem Vorspannungsmittel (10, 39) zum Auswählen des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses, wobei das Vorspannungsmittel auf das Fehlersignal anspricht und zum Herabsetzen des Fehlersignals das ausgewählte Luft/Kraftstoff-Verhältnis verschiebt, dadurch gekennzeichnet, daß  
der strömungsaufwärts des Konverters (38) angeordnete Abgassauerstoffsensoren (34) eine erste und eine zweite, durch ein Sauerstoffionen leitendes Material voneinander getrennte Elektrode mit verschiedenen Sauerstoffkonzentrationen aufweist und  
das Vorspannungsmittel (10, 39) zum Verschieben der Stufenänderung des Abgassauerstoffsensors (34) eingerichtet ist und diese zum Herabsetzen des Fehlersignals mit dem Wirkungsgradfenster des Konverters (38) ausgerichtet,  
wobei das Vorspannungsmittel (10, 39) zum Verschieben der Stufenänderung und des ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnisses ein Strommittel (39) zum Erzeugen eines Stromflusses in der ersten Elektrode enthält.



Die Erfindung bezieht sich auf ein Regelsystem zum Aufrechterhalten des Motor-Luft/Kraftstoff-Betriebs im Wirkungsgradfenster eines in der Motorabgasleitung angeordneten katalytischen Konverters, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Mehrere Luft/Kraftstoff-Regelsysteme mit geschlossener Schleife sind bekannt, die duale Abgassauerstoffsensoren (EGO-Sensoren) verwenden, von denen einer strömungsaufwärts und einer strömungsabwärts eines katalytischen Konverters angeordnet ist. Im Idealfall sollte bei stöchiometrischen Verhältnissen am Ausgang des stromaufwärtigen EGO-Sensors eine Stufenänderung auftreten. Es wurde jedoch gefunden, daß die Stufenänderung am Sensor als Folge der Alterung von Bauteilen und anderer Sensoreigenschaften, wie zum Beispiel einer Asymmetrie in der Ansprechzeit, zu einer Verschiebung aus den stöchiometrischen Verhältnissen neigt. Charakteristika des gesamten Systems, wie zum Beispiel eine unvollständige Abgas Mischung, können auch zu Verschiebungen weg vom Spitzenwirkungsgrad des Katalysators führen. Das Wirkungsgradfenster des Katalysators mag weiter nicht bei stöchiometrischen Verhältnissen liegen. Demgemäß kann zwischen der Stufenänderung am Ausgang des Sensors und dem Wirkungsgradfenster des Katalysators eine Fehlanpassung vorliegen.

Verschiedene Verfahren zum Verschieben des Arbeitspunktes sind herkömmlich zum Beeinflussen dieser Sensor-Katalysator-Fehlanpassung verwendet worden. Zum Beispiel ist die Sensorabgabe im typischen Fall mit einem Bezugswert in der Mitte seiner Stufe zum Bewirken einer Fett- oder Mageranzeige verglichen worden, und der Bezugswert kann zum Verschieben der Fett/Mageranzeige von der Mitte aus verschoben werden. Dieses Verschiebungsverfahren ist wegen des Verlustes an Sensorempfindlichkeit außerhalb des um den Mittelpunkt herum gelegenen schmalen linearen Bereiches auf einen sehr schmalen Bereich der Luft/Kraftstoff-Werte begrenzt. Bei Systemen, die eine integrale oder eine proportionale plus integrale rückgekoppelte Regelung verwenden, kann die Verschiebung dem Rückkopplungsregler zugegeben werden. Zum Beispiel kann die Integrationsrate in Richtung auf Mager von der Richtung auf Fett abgeändert werden. Die sich einstellende Asymmetrie kann jedoch zu einem periodischen Modebetrieb außerhalb des Wirkungsgradfensters des Konverters führen.

Zur Beeinflussung des Betriebsgemisches eines Verbrennungsmotors ist aus der DE 35 00 594 A1 ein Zumeßsystem bekannt, bei dem strömungsaufwärts und strömungsabwärts eines katalytischen Konverters eine erste bzw. eine zweite Abgassonde angeordnet ist. Das Ausgangssignal der zweiten Abgassonde wird einem Steuergerät zugeführt und in diesem über eine Regelfunktion mit einer gegenüber der Zeitkonstante der Regelfunktion für die erste Abgassonde unterschiedlichen Zeitkonstante weiterverarbeitet. Aufgrund einer hohen Regelfrequenz und einer kleinen Regelsamplitude der Regelfunktion wird der Konvertierungsgrad des Konverters verbessert.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, ein gattungsgemäßes System so weiterzuentwickeln, daß die Genauigkeit der Luft/Kraftstoff-Regelung noch erhöht wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem System der eingangs genannten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Somit ist ein erfindungsgemäßes System unter anderem gebildet aus einem strömungsaufwärts des Konverters angeordneten Abgassauerstoffsensor mit einer Ausgabe mit einer Stufenänderung zwischen einem ersten und einem zweiten Ausgangszustand bei einem durch ein Spannungsmittel

ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnis, einem Kraftstoff-regelmittel zum Einstellen des dem Motor zugeführten Kraftstoffes nach Maßgabe einer Ausgabe des strömungsaufwärtigen Sensors, einem Fehlermittel zum Erzeugen eines Fehlersignals, das sich auf die Abweichung zwischen dem ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnis und dem Konverterwirkungsgradfenster bezieht, und wobei das Spannungsmittel auf das Fehlersignal zum Verschieben der Sensorabgabe zum Herabsetzen des Fehlersignals anspricht. Vorzugsweise spricht das Fehlermittel auf einen strömungsabwärtigen Emissions-Rückkopplungssensor an.

Ein Vorteil der oben beschriebenen Ausführungsform liegt darin, daß die Stufenänderung in der Ausgabe des strömungsaufwärtigen EGO-Sensors mit dem Wirkungsgradfenster des katalytischen Konverters ausgerichtet ist und dadurch eine hochgradig genaue Luft/Kraftstoff-Regelung erzielt wird.

Zweckmäßige und weiterhin vorteilhafte Weiterbildungen des Systems nach Anspruch 1 sind in den auf diesen Anspruch rückbezogenen Ansprüchen 2 bis 8 angegeben.

Die Erfindung wird in Form eines Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen weiter erläutert. In diesen ist:

Fig. 1 ein Blockdiagramm einer Ausführungsform, bei der die Erfindung zum Vorteil angewendet wird,

Fig. 2A und 2B Darstellungen verschiedener, mit einem Abgassauerstoffsensor zusammenhängender Ausgangssignale,

Fig. 3 und 4 Flußdiagramme mit der Darstellung von von einem Teil der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform durchgeführten verschiedenartigen Stufen,

Fig. 5 ein Schnitt durch einen Abgassauerstoffsensor mit der Darstellung des Pumpens von Sauerstoff in einem Teil des Sensors,

Fig. 6A und 6B Flußdiagramme mit der Darstellung von von einem Teil der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform durchgeführten verschiedenartigen Stufen und

Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Teils der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform.

Der Controller 10 wird in dem Blockdiagramm nach Fig. 1 als ein herkömmlicher Mikrocomputer gezeigt mit: einer Mikroprozessoreinheit 12, Eingängen 14, sowohl digitalen als auch analogen, Ausgängen 16, sowohl digitalen als auch analogen, einem Festwertspeicher (ROM) 18 zum Speichern von Regelprogrammen, einem Direktzugriffsspeicher (RAM) 20 zur zeitweiligen Datenspeicherung, der auch für Zähler oder Zeitgeber verwendet werden kann, einem nicht-flüchtigen Speicher (KAM) 22 zum Speichern erlernter Werte und einem herkömmlichen Datenbus.

In diesem besonderen Beispiel wird ein strömungsaufwärts des herkömmlichen katalytischen Konverters 38 an den Auspuffkrümmer 36 des Motors 24 angeschlossener Vorkatalysator-Abgassauerstoffsensor (EGO) 34 gezeigt. Ein pumpender Stromgenerator 39 wird in seiner Lage zwischen dem Controller 10 und dem Vorkatalysator-EGO-Sensor 34 gezeigt. Ein Nachkatalysator-EGO-Sensor 40 wird in seiner Lage angeschlossen an das Auspuffendrohr 42 strömungsabwärts des herkömmlichen katalytischen Konverters 38 gezeigt.

Das Ansaugrohr 44 ist an das Drosselklappengehäuse 46, in dem die Hauptdrosselklappe 48 angeordnet ist, angeschlossen. Gemäß der Darstellung ist auch eine Kraftstoff-einspritzdüse 50 zur Zufuhr von flüssigem Kraftstoff proportional zu dem Impulsbreitensignal fpw vom Controller 10 an das Drosselklappengehäuse 46 angeschlossen. Der Kraftstoff wird der Kraftstoffeinspritzdüse 50 über eine herkömmliche Kraftstoffanlage mit einem Kraftstofftank 52, einer Kraftstoffpumpe 54 und einer Kraftstoffleitung 56 zu-

geführt.

Gemäß der Darstellung in den Fig. 2A und 2B weist eine Stufenänderung in der Abgabe des EGO-Sensors 34 einen Meßpunkt auf, der bei einem Luft/Kraftstoff-Verhältnis (AFR), das für einen bestimmten Sensor vorgegeben ist, auftritt. Die Erfinder haben gefunden, daß das vorgegebene Verhältnis AFR nicht mit den stöchiometrischen Verhältnissen oder dem Wirkungsgradfenster des Konverters zusammenfällt. Ein Signal EGOS, wie es im folgenden noch in größerer Ausführlichkeit beschrieben wird, wird durch Vergleich der Ausgangsspannung des EGO-Sensors 34 (Linie 30) mit einer Bezugsspannung (Linie 32) gewonnen, die in diesem Beispiel an einem Meßpunkt in der Spitze-zu-Spitze-Auslenkung der Ausgangsstufenänderung vom EGO-Sensor 34 gezeigt wird. Das Signal EGOS ist ein zweistufiges Signal, das anzeigt, ob die Verbrennungsgase entsprechend dem Ausgabemeßpunkt vom EGO-Sensor 34 fett oder mager am Luft/Kraftstoffverhältnis sind. Für das hier gezeigte besondere Beispiel stellen die in Fig. 2A bzw. Fig. 2B dargestellten gestrichelten Linien 31 und 33 Verschiebungen in der Ausgabe des EGO-Sensors 34 und EGOS mit Bezug auf das Wirkungsgradfenster des Konverters dar.

Ein Flußdiagramm der vom Controller 10 zum Steuern des Motors 24 durchgeführten Abgaberoutine für den flüssigen Kraftstoff wird nun beginnend mit einem Bezug auf das in Fig. 3 gezeigte Flußdiagramm beschrieben. Eine Berechnung mit offener Schleife des erwünschten flüssigen Kraftstoffes wird in Stufe 300 durchgeführt. Insbesondere wird die Messung des induzierten Luft-Massenstroms (MAF) durch ein mit stöchiometrischer Verbrennung korreliertes Luft/Kraftstoff-Sollverhältnis (AFd) geteilt. Nach dem Durchführen einer Bestimmung wird diese geschlossene Schleife oder Rückkopplungsregelung gewünscht (Stufe 302), und die Kraftstoffberechnung mit offener Schleife wird mit der Kraftstoffrückkopplungsvariablen FFV zum Erzeugen des Kraftstoff-Sollsignals  $f_d$  während der Stufe 304 abgeglichen. Dieses Kraftstoff-Sollsignal wird zum Betätigen der Kraftstoffeinspritzdüse 50 (Stufe 306) in ein Kraftstoffimpulsbreitensignal  $f_{pw}$  umgewandelt.

Die zum Erzeugen der Kraftstoffrückkopplungsvariablen FFV vom Controller 10 durchgeführte Luft/Kraftstoff-Rückkopplungsroutine wird nun unter Bezug auf das in Fig. 4 gezeigte Flußdiagramm beschrieben. Nach einer Bestimmung, daß eine Luft/Kraftstoff-Regelung mit geschlossener Schleife in der Stufe 410 erwünscht ist, wird die vom EGO-Sensor 34 abgeleitete modifizierte Ausgangsspannung  $V_{MPRE}$  von der mit Bezug auf Fig. 6B hier später in größerer Ausführlichkeit beschriebenen Innenwiderstandskorrekturroutine (Stufe 412) abgelesen. Wie hier später auch in größerer Ausführlichkeit beschrieben wird, wird die Stufenabgabe des EGO-Sensors 34 durch Verschieben von dessen Arbeitspunkt nach Maßgabe des Emissionsrückkopplungssignals PCFS des nachgeordneten Katalysators zum Ausrichten der Änderung der Abgabestufe mit dem Wirkungsgradfenster des Konverters modifiziert oder verschoben. Das zwei Zustände aufweisende Abgassauerstoffsensorsignal EGOS wird in der Stufe 414 durch Vergleich der modifizierten Ausgangsspannung  $V_{MPRE}$  mit den Bezugswert 32 (siehe Fig. 2A) erzeugt. Wenn das Signal EGOS niedrig ist (Stufe 416), aber während der vorhergehenden Rückkopplungsschleife des Mikrocontrollers 10 (Stufe 418) hoch war, wird der vorgewählte Proportionalausdruck  $P_j$  von der Rückkopplungsvariablen FFV (Stufe 420) abgezogen. Wenn das Signal EGOS niedrig ist (Stufe 416) und auch während der vorhergehenden Rückkopplungsschleife (Stufe 418) niedrig war, wird der vorgewählte Integralausdruck  $j$  von der Rückkopplungsvariablen FFV (Stufe 422) abgezo-

gen.

Ähnlich, wenn das Signal EGOS hoch liegt (Stufe 416) und auch während der vorhergehenden Rückkopplungsschleife des Controllers 10 (Stufe 424) hoch war, wird der Integralausdruck  $i$  zu der Rückkopplungsvariablen FFV (Stufe 426) addiert. Wenn das Signal EGOS hoch ist (Stufe 416), aber während der vorhergehenden Rückkopplungsschleife (Stufe 424) niedrig war, wird der Proportionalausdruck  $P_i$  zu der Rückkopplungsvariablen FFV (Stufe 428) addiert.

Bei einer in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform enthält der EGO-Sensor 34 eine erste und eine zweite Elektrode 70 bzw. 72 verschiedener Sauerstoffkonzentrationen, die durch ein Sauerstoffionen leitendes Material 74 voneinander getrennt sind. Theoretisch fällt eine Stufenänderung oder ein "Schaltpunkt" der Sensorabgabe mit dem Spitzenwirkungsgradfenster des Konverters 38 zusammen. Die Stufenänderung wird im typischen Fall wegen Alterung der Bauteile oder anderer Systemcharakteristika auf einen anderen Wert verschoben. Zur Korrektur dieser Verschiebungen wird der EGO-Sensor 34 durch Erzeugen eines Stromflusses in der ersten Elektrode 70 verschoben, so daß Sauerstoff durch das Sauerstoffionen leitende Material 74 von der ersten Elektrode 70 zur zweiten Elektrode 72 übertragen oder "gepumpt" wird oder umgekehrt. Der erzeugte Stromfluß verschiebt die Stufenänderung abhängig von der Richtung des pumpenden Stromes auf höhere oder niedrigere Luft/Kraftstoff-Werte. Insbesondere gilt, daß ein positiver Stromfluß in der Elektrode 70 den Schaltpunkt in Richtung auf magerere Luft/Kraftstoff-Verhältnisse und ein negativer Stromfluß in der Elektrode 70 den Schaltpunkt in Richtung auf fetttere Luft/Kraftstoff-Verhältnisse verschiebt. Weiter erhöht sich die Größe dieser Verschiebung proportional zu der Größe des Stroms. Wie hier später in größerer Ausführlichkeit beschrieben wird, wird die Stufenänderung in der Abgabe des EGO-Sensors 34 zur Ausrichtung mit dem Spitzenwirkungsgradfenster des Katalysators in beiden Richtungen verschoben.

Ein Vorspannen oder Verschieben des EGO-Sensors 34 wird nun in weiteren Einzelheiten unter Bezug auf das in den Fig. 6A-6B gezeigte Flußdiagramm und das in Fig. 7 gezeigte Schaltbild des pumpenden Stromgenerators 39 beschrieben. Nach der Bestimmung, daß eine Steuerung mit geschlossener Schleife gewünscht ist (Stufe 500), wird der pumpende Sollstrom  $I_{p4}$  nach Maßgabe des nach dem Katalysator abgenommenen Emissionsrückkopplungssignals PCFS (Stufe 502) erzeugt. Das Signal PCFS ist eine Anzeige dafür, ob das Motor-Luft/Kraftstoff-Gemisch im Durchschnitt im Katalysatorfenster zentriert ist. Bei dem hier wiedergegebenen Beispiel wird ein Fehlersignal durch Subtraktion einer Bezugsspannung von der Ausgabe eines hinter dem Katalysator angeordneten Emissionsmeßmittels, wie zum Beispiel des (in Fig. 1 gezeigten) nach dem Katalysator angeordneten EGO-Sensors 40, und dann durch Integration des Fehlersignals durch den (in Fig. 1 gezeigten) Integrator 60 gebildet. Wenn das Emissionsrückkopplungssignal PCFS Null ist (das heißt, wenn kein Fehler zwischen dem durchschnittlichen Motor-Luft/Kraftstoff-Verhältnis und dem Spitzenwirkungsgradfenster des Konverters vorliegt), ist der pumpende Sollstrom  $I_{p4}$  Null (Stufe 504) und das Motor-Luft/Kraftstoff-Verhältnis ist in dem Katalysatorfenster zentriert. Unter diesen Bedingungen ist eine Verstellung der vom EGO-Sensor 34 abgegebenen Stufenänderung nicht erforderlich. Entsprechend schaltet der Controller die Transistoren 80 und 82 dadurch ab, daß er die betreffenden Basisspannungen  $VB1$  und  $VB2$  gleich der positiven bzw. negativen Versorgungsspannung  $+VP$  und  $-VP$  macht, so daß der pumpende Strom nicht in den oder aus dem vor dem

Katalysator liegenden EGO-Sensor 34 (Stufe 506) fließt.

Wenn das Motor-Luft/Kraftstoff-Gemisch nicht im Katalysatorfenster liegt, wird der pumpende Sollstrom  $I_{pd}$  nach Maßgabe des Emissionsrückkopplungssignals PCFS geändert, so daß die Stufenänderung in der Ausgangsspannung des EGO-Sensors 34 in das Katalysatorfenster geschoben wird. Wenn zum Beispiel der pumpende Sollstrom  $I_{pd}$  unter Null liegt (Stufe 508), schaltet der Kontroller 10 den Transistor 80 dadurch ab, daß er VB1 gleich +VP macht, und betreibt den Transistor 82 in dessen linearem Bereich durch Einstellen von VB2 auf einen solchen Wert, daß der Stromfluß aus dem Sensor (Stufe 510) geregelt wird. Insbesondere gilt:

$$VB2 = -VP + VBE2 + (I_{pd} \cdot RE2),$$

wobei VBE2 die interne Basis-Emitterspannung des Transistors 82 und RE2 der zwischen dem Emmitter des Transistors 82 und der negativen Versorgungsspannung -VP liegende Widerstand 84 ist. Damit der tatsächliche Stromfluß  $I_{pa}$  aus der Elektrode 70 gleich dem Sollstromfluß  $I_{pd}$  ist, wird die Emitterspannung VE2 des Transistors 82 zum Prüfen des Spannungsabfalls über dem Widerstand R84 durch den Kontroller 10 abgefragt (Stufe 512). Falls der Spannungsabfall über dem Widerstand 84 so ist, daß  $VE2 + VP - (I_{pd} \cdot RE2)$  unter der unteren Fehlergrenze -ERR liegt, liegt  $I_{pa}$  unter  $I_{pd}$  (Stufe 514). Folglich wird VB2 leicht erhöht (Stufe 516), wodurch der pumpende Stromfluß aus der Elektrode 70 erhöht wird. Falls umgekehrt der Spannungsabfall über dem Widerstand 84 so ist, daß  $VE2 + VP - (I_{pd} \cdot RE2)$  größer als die obere Fehlergrenze +ERR ist, dann ist der Strom  $I_{pa}$  größer als der gewünschte pumpende Strom  $I_{pd}$  (Stufe 518). Folglich wird VB2 leicht abgesenkt (Stufe 520), wodurch der pumpende Stromfluß aus der Elektrode 70 abgesenkt wird. Die Stufe 512 wird wiederholt, bis der Fehler in den zulässigen Grenzen liegt.

Alternativ, wenn der pumpende Sollstrom  $I_{pd}$  über Null liegt (Stufe 508), schaltet der Kontroller 10 den Transistor 82 dadurch ab, daß er VB2 gleich -VP macht, und betreibt den Transistor 80 in dessen linearem Bereich durch Einstellen von VB1 auf einen solchen Wert, daß der Stromfluß in die Elektrode 70 (Stufe 522) geregelt wird. Insbesondere gilt:

$$VB1 = VP - VBE1 - (I_{pd} \cdot RE1),$$

wobei VBE1 die interne Basis-Emitterspannung des Transistors 80 und RE1 der zwischen dem Emmitter des Transistors 80 und der positiven Versorgungsspannung +VP liegende Widerstand 86 ist. Damit der tatsächliche Stromfluß  $I_{pa}$  in die Elektrode 70 gleich dem Sollstromfluß  $I_{pd}$  ist, wird die Emitterspannung VE1 des Transistors 80 zum Prüfen des Spannungsabfalls über RE1 durch den Kontroller 10 abgefragt (Stufe 524).

Falls der Spannungsabfall über dem Widerstand 86 so ist, daß  $VE1 - VP + (I_{pd} \cdot RE1)$  unter der unteren Fehlergrenze -ERR liegt, liegt  $I_{pa}$  über  $I_{pd}$  (Stufe 526). Folglich wird VB1 leicht erhöht (Stufe 528), wodurch der pumpende Stromfluß in die Elektrode 70 herabgesetzt wird. Falls umgekehrt der Spannungsabfall über dem Widerstand 86 so ist, daß  $VE1 - VP + (I_{pd} \cdot RE1)$  größer als die obere Fehlergrenze +ERR ist, dann ist der Strom  $I_{pa}$  geringer als  $I_{pd}$  (Stufe 530). Folglich wird VB1 leicht abgesenkt (Stufe 532), wodurch der pumpende Stromfluß in die Elektrode 70 erhöht wird. Die Stufe 524 wird wiederholt, bis der Fehler in den zulässigen Grenzen liegt.

Der pumpende Strom in den oder aus dem EGO-Sensor 34 verschiebt nicht nur die Stufenänderung des Sensoraus-

gangs gegenüber dem Motor-Luft/Kraftstoff-Verhältnis, sondern führt auch zu einer Verschiebung in der Höhe der Ausgangsspannung aufgrund des Spannungsabfalls über dem Innenwiderstand des EGO-Sensors 34. Gemäß der nachfolgenden Beschreibung erfolgt die Spannungseinstellung zum Ausgleich dieser Verschiebung in der Spannungshöhe. Allgemein gesehen hängt der Innenwiderstand des EGO-Sensors 34 von der Temperatur der Motorabgase ab. Obwohl andere Verfahren zum Bestimmen der Temperatur verwendet werden können, werden die Motorgeschwindigkeit und -last in der beschriebenen Ausführungsform zusammen als ein zweckmäßiges Mittel zum Schätzen der Temperatur verwendet. Im einzelnen gilt unter Bezug auf Fig. 6B, daß der Kontroller 10 bei sich in zulässigen Grenzen haltendem Fehler des pumpenden Stromes die Motorgeschwindigkeit und -last (Stufe 534) abfragt. Der Wert der Verschiebung in der Spannungsamplitude, VSHFT1, wird dann von einer Tabelle, die VSHFT1 als eine Funktion des Sollwertes des pumpenden Stroms  $I_{pd}$ , der Motorgeschwindigkeit und der Motorlast (Stufe 536) angibt, abgelesen. Als nächstes fragt der Kontroller 10 die Ausgangsspannung  $V_{PRE}$  des EGO-Sensors 34 (Stufe 538) ab und errechnet die modifizierte Ausgangsspannung  $V_{MPRE}$  des EGO-Sensors 34 durch Subtraktion von VSHFT1 von  $V_{PRE}$  (Stufe 540). Die modifizierte Ausgangsspannung  $V_{MPRE}$  wird dann in der vor dem Katalysator liegenden Luft/Kraftstoff-Rückkopplungsschleife zum Erzeugen des Signals EGOS verwendet, wie dies vorstehend beschrieben wurde.

#### Patentansprüche

1. System zum Aufrechterhalten des Motor-Luft/Kraftstoff-Betriebes im Wirkungsgradfenster eines in der Motorabgasleitung angeordneten katalytischen Konverters, bestehend aus:  
 einem strömungsaufwärts des Konverters angeordneten Abgassauerstoffsensor mit einer Ausgabe mit einer Stufenänderung zwischen einem ersten und einem zweiten Ausgangszustand bei einem ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnis,  
 einem Kraftstoffregelmittel zum Einstellen des dem Motor zugeführten Kraftstoffes nach Maßgabe der Stufenänderung zum Aufrechterhalten des Motor-Luft/Kraftstoff-Betriebes auf einem Durchschnittswert am ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnis,  
 einem Fehlermittel zum Erzeugen eines Fehlersignals, das sich auf die Abweichungen zwischen dem ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnis und dem Konverterwirkungsgradfenster bezieht,  
 einem Vorspannungsmittel (10, 39) zum Auswählen des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses, wobei das Vorspannungsmittel auf das Fehlersignal anspricht und zum Herabsetzen des Fehlersignals das ausgewählte Luft/Kraftstoff-Verhältnis verschiebt, **dadurch gekennzeichnet**, daß  
 der strömungsaufwärts des Konverters (38) angeordnete Abgassauerstoffsensor (34) eine erste und eine zweite, durch ein Sauerstoffionen leitendes Material voneinander getrennte Elektrode mit verschiedenen Sauerstoffkonzentrationen aufweist und  
 das Vorspannungsmittel (10, 39) zum Verschieben der Stufenänderung des Abgassauerstoffsensors (34) eingerichtet ist und diese zum Herabsetzen des Fehlersignals mit dem Wirkungsgradfenster des Konverters (38) ausrichtet,  
 wobei das Vorspannungsmittel (10, 39) zum Verschieben der Stufenänderung und des ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnisses ein Strommittel (39) zum Er-

zeugen eines Stromflusses in der ersten Elektrode enthält.

2. System nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen strömungsabwärts angeordneten Emissionssensor (40) und wobei das Fehlermittel zum Erzeugen des 5 Fehlersignals auf diesen anspricht.

3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der strömungsabwärts angeordnete Emissionssensor (40) ein Abgassauerstoffsensor ist.

4. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, 10 daß das Fehlermittel zum Erzeugen des Fehlersignals ein Integrationsmittel (60) zum Integrieren einer Differenz zwischen einer Ausgabe des strömungsabwärts angeordneten Emissionssensors (40) und einem Bezugswert enthält. 15

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Strommittel (39) zum Verschieben der Stufenänderung und des ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnisses in Richtung auf ein mageres Luft/Kraftstoff-Verhältnis Strom in die erste 20 Elektrode (70) pumpt und zum Verschieben der Stufenänderung und des ausgewählten Luft/Kraftstoff-Verhältnisses in Richtung auf ein fetteres Luft/Kraftstoff-Verhältnis Strom aus der ersten Elektrode pumpt.

6. System nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch ein 25 Spannungseinstellmittel zum Herabsetzen von Schwankungen in der Amplitude der durch das Strommittel (39) verursachten Abgabe des strömungsaufwärtigen Abgassauerstoffsensors (34).

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch 30 gekennzeichnet, daß

der strömungsaufwärts des Konverters angeordnete Abgassauerstoffsensor (34) einen von der Abgastemperatur abhängigen Innenwiderstand aufweist und das Vorspannungsmittel (10, 39) temperaturabhängig 35 arbeitet, wobei es auf Anzeigen der Abgastemperatur zum Einstellen der Abgabe zum Ausgleichen von durch das Vorspannungsmittel (10, 39) über dem Innenwiderstand erzeugten Spannungsänderungen anspricht. 40

8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgastemperatur aus der Motordrehzahl und -last geschätzt wird.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

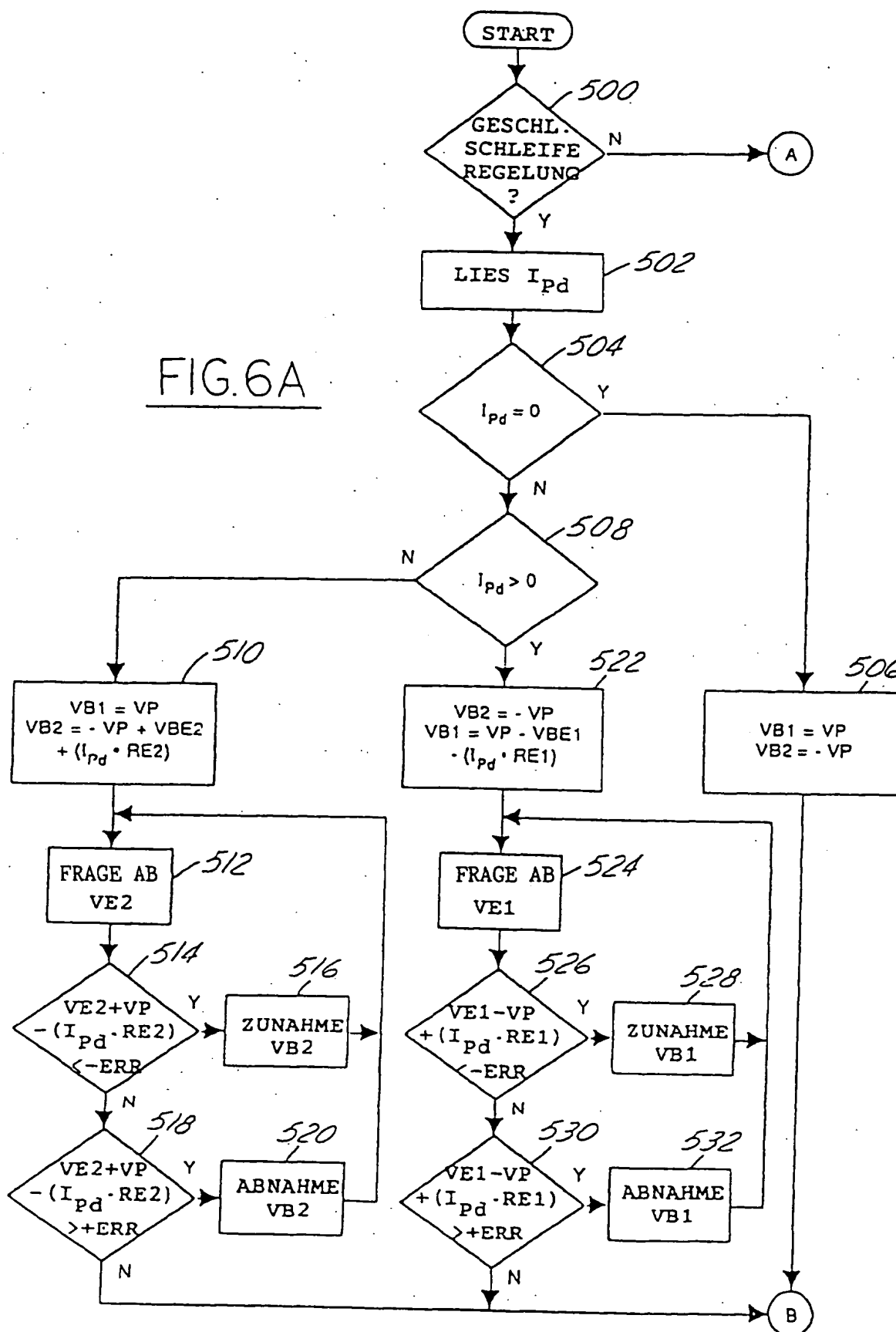
55

60

65

- Leerseite -

FIG. 6A



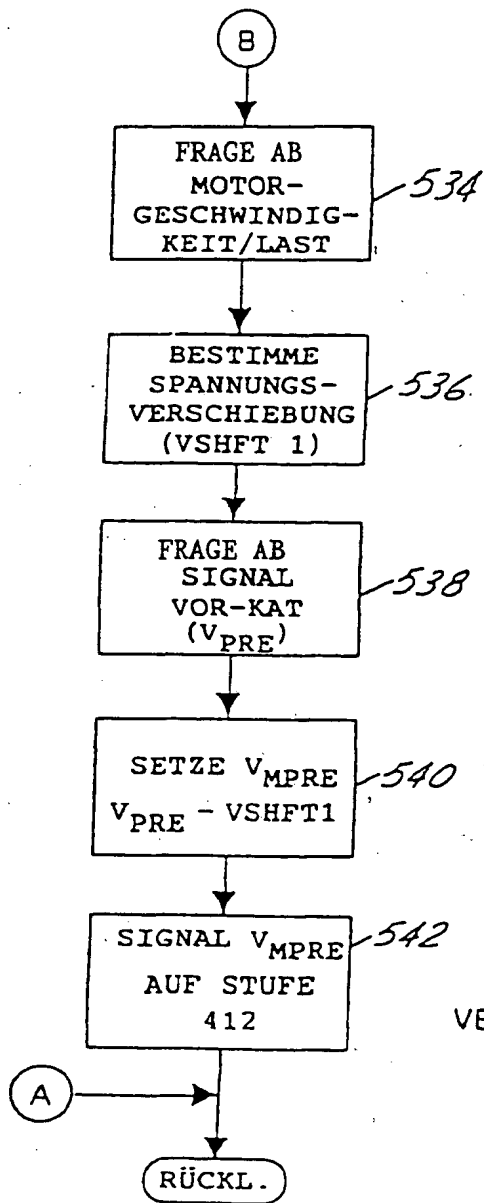
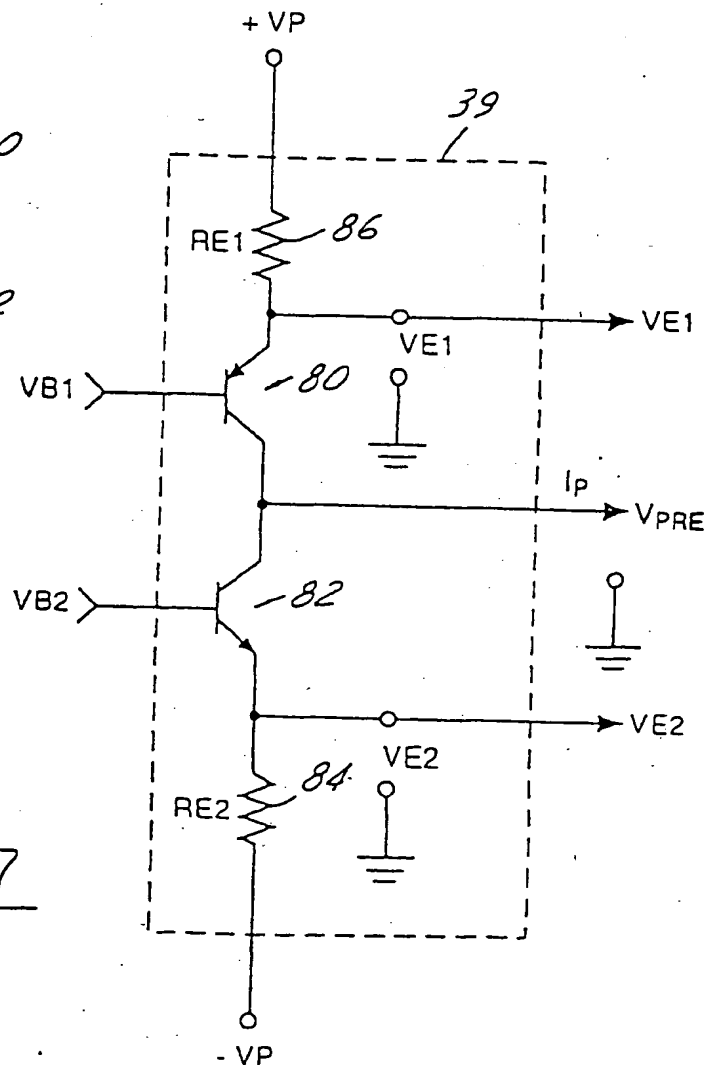
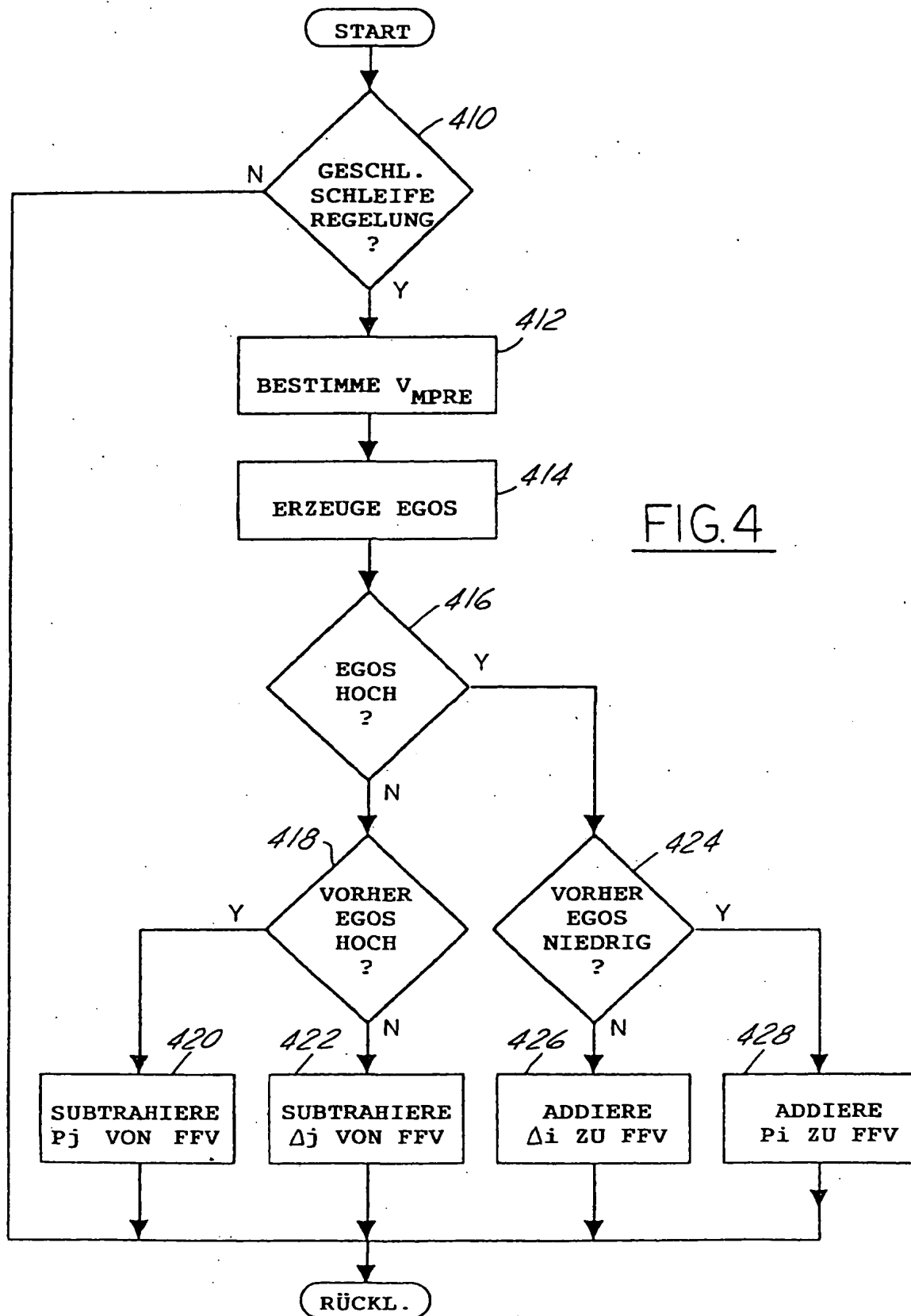


FIG. 7







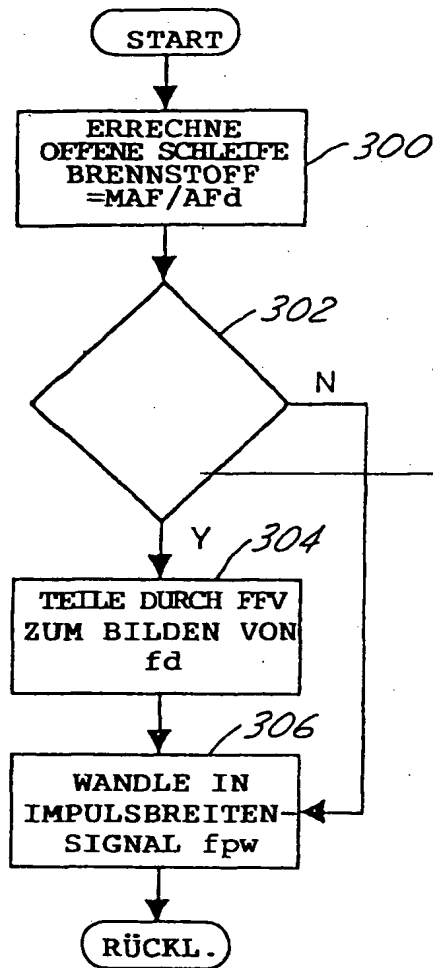
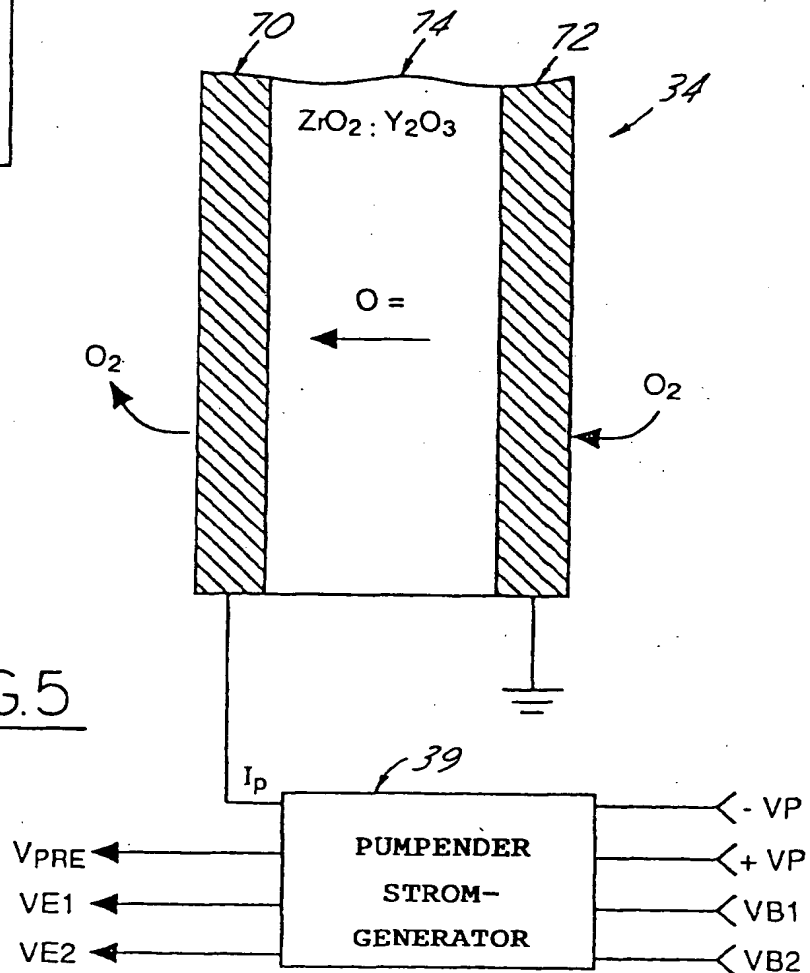


FIG.3

GESCHLOSSENE  
SCHLEIFE  
BRENNSTOFF-  
REGELUNG ?

FIG.5



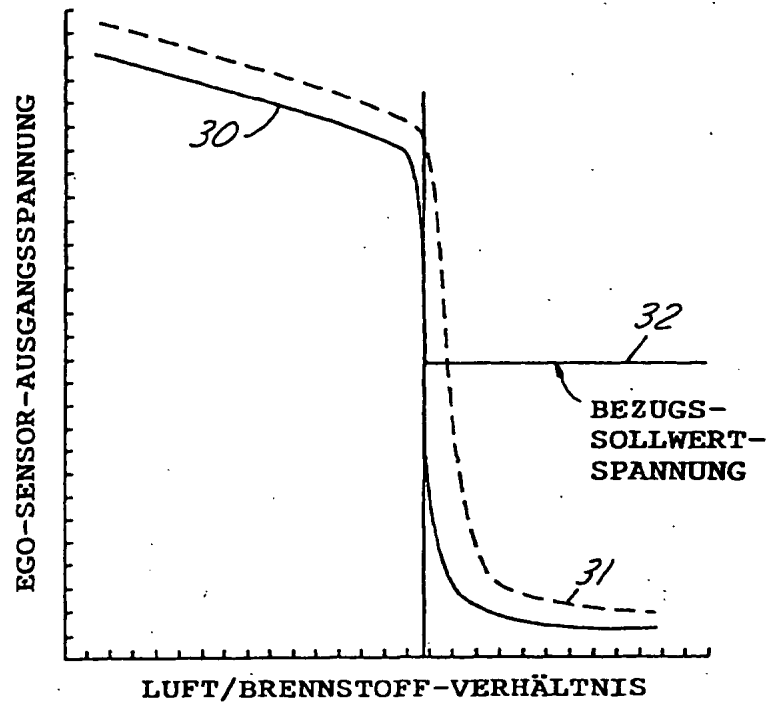


FIG.2A



FIG.2B

DOCKET NO: GZ 00P 20121  
SERIAL NO: 10/040, 116  
APPLICANT: Paul, et al

**LERNER AND GREENBERG P.A.**  
**P.O. BOX 2480**  
**HOLLYWOOD, FLORIDA 33022**  
**TEL. (954) 925-1100**

